

VU Research Portal

Living on the edge

van Egmond, E.M.

2018

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

van Egmond, E. M. (2018). *Living on the edge: Resource availability and macroinvertebrate community dynamics in relation to sand nourishment*. [PhD-Thesis - Research and graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam].

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl



Samenvatting

Zandstranden behoren tot de meest veelvoorkomende kustecosystemen ter wereld, welke unieke ecologische gemeenschappen herbergen en vele ecosysteemfuncties vervullen, waaronder het breken van golven en nutriënten recycling. Vanwege de hoge dynamiek op zandstranden is de *in situ* primaire productie laag en is de beschikbaarheid van marien exogeen organisch materiaal, in de vorm van fytoplankton (intergetijde zone) en aangespoeld zeewier (supragetijde zone), zeer heterogeen in tijd en ruimte. Het voedselweb van het zandstrand is daardoor in grote mate afhankelijk van de aanvoer van marien exogeen organisch materiaal en is daarmee voornamelijk 'bottom-up controlled'. In het bijzonder vormen de macro-evertebraten gemeenschappen van het intergetijde en supragetijde gebied samen de connectie tussen mariene primaire productie en hogere trofische niveau's, via microalgenconsumptie, afbraak van aangespoeld zeewier en als voedsel voor predatoren, waarmee ze de mariene en terrestrische voedselwebben met elkaar verbinden. De macro-evertebraten gemeenschap bestaat voornamelijk uit borstelwormen, vlokreeften, isopoden en insecten, die zich een paar centimeter diep in het zand bevinden of zich schuil houden in en nabij pakketten aangespoeld zeewier. Op zandstranden is een relatief duidelijke scheiding tussen de intergetijde en de supragetijde zone waarneembaar. Onder invloed van de getijden als gevolg van de maanstand, valt het zand in de intergetijde zone tweemaal per dag droog (laagwater) en raakt het tweemaal per dag verzadigd door zeewater (hoogwater). Macro-evertebraten soorten die in de intergetijde zone leven zijn goed aangepast aan deze dynamische omgeving. Zo filteren de meeste soorten zwevende organische deeltjes uit de waterkolom of vangen organische deeltjes die op de bodem zijn gaan liggen. In tegenstelling tot de intergetijde zone staat de supragetijde zone zelden onder water als gevolg van de getijdencyclus, aangezien deze zone zich tussen de hoogwaterlijn en de voet van de duinen bevindt, waardoor het zand voor langere perioden achtereen droog blijft. Voor macro-evertebraten in het supragetijde gebied is aangespoeld zeewier een belangrijke bron van voedsel en habitat (bijv. bescherming tegen uitdroging en predatie door vogels). Het is echter nog onduidelijk wat het effect is van voedselbeschikbaarheid op soortinteracties en gemeenschapssamenstelling van de macro-evertebraten gemeenschap op zandstranden, en hoe dit uiteindelijk ecosysteem functioneren beïnvloedt.

Ondanks de hoge ecologische waarde van zandstrandecosystemen, worden deze over de hele wereld bedreigd. Zandstranden worden verdrukt tussen de stijgende zeespiegel en een toename in stormen als gevolg van klimaatverandering aan de ene kant, en statische, menselijke bouwwerken aan de andere kant. Op wereldschaal is de kustzone, zandstranden inbegrepen,, gewoonlijk dichtbevolkt en de menselijke bevolking zal naar verwachting in de toekomst alleen maar stijgen in deze gebieden. Deze combinatie van factoren heeft als gevolg dat erosie van het zandstrand optreedt, waarbij de menselijke bevolking wordt bedreigd door de zee die verder landinwaarts beweegt en maar een smalle zandriep overblijft voor ecologische gemeenschappen. Om de effecten van erosie tegen te gaan wordt doorgaans zandsuppletie toegepast, maar recentelijk is een mega-zandsuppletie (het Zandmotor pilot project) voorgesteld als een meer ecologisch en duurzaam alternatief voor reguliere zandsuppleties. Een mega-zandsuppletie wordt gemaakt door het plaatsen van een groot volume aan zand op een klein deel van het zandstrand, waarna dit zand geleidelijk, over een langere periode, de stranden die stroomopwaarts liggen suppleert. Daarmee wordt het aantal

verstoringen van het zandstrandecosysteem verlaagt ten opzichte van reguliere zandsuppletie. Aangezien de macro-evertebratengemeenschap een belangrijke component is van het zandstrandecosysteem, is het cruciaal om te begrijpen welke factoren de samenstelling van macro-evertebratengemeenschappen beïnvloeden op zandstranden en in het bijzonder na zandsuppleties. Na het plaatsen van een mega-zandsuppletie moeten de macro-evertebratengemeenschappen opnieuw worden samengesteld, maar dit proces kan direct en indirect worden beïnvloed door de eigenschappen van de mega-zandsuppletie. Zo kan een verandering in de plaatselijke hydrodynamica rondom de mega-zandsuppletie bijvoorbeeld een verandering in de verspreiding van macro-evertebraten of de beschikbaarheid van voedsel teweeg brengen. Dit zou vervolgens een effect kunnen hebben op soortsinteracties en het samenstellen van de gemeenschap, resulterend in de uiteindelijke macro-evertebraten gemeenschapssamenstelling die op het zandstrand is te vinden. Tot dusver was nog niet onderzocht wat het effect is van een mega-zandsuppletie op de macro-evertebratengemeenschap en hoe zich dat verhoudt tot reguliere zandsuppleties.

De voornaamste doelen van dit proefschrift waren om 1) het effect van voedselbeschikbaarheid op de macro-evertebraten gemeenschapssamenstelling en ecosystemfuncties van zandstranden beter te begrijpen, en 2) het effect van een mega-zandsuppletie op de macro-evertebratengemeenschap van het zandstrand te onderzoeken. Hiervoor heb ik zowel laboratorium experimenten als veldwerk op de Nederlandse zandstranden uitgevoerd, gericht op zowel het intergetijdje als supragetijdje gebied om het gehele zandstrand mee te nemen.

In Hoofdstuk 2 werd het ruimtelijke en temporele effect van een mega-zandsuppletie op de macro-evertebratengemeenschap van het intergetijdje gebied onderzocht, waarbij ook een vergelijking werd gemaakt met de macro-evertebratengemeenschap op zandstranden onderhevig aan reguliere suppletie of welke niet werden gesuppleerd. Hiervoor hebben we drie datasets met veldgegevens over macro-evertebraten aan de Nederlandse kust verzameld, gecombineerd en geanalyseerd: één dataset bevatte data van de Zandmotor mega-zandsuppletie, de andere twee datasets bevatten data van zowel zandstranden onderhevig aan reguliere suppletie of niet gesuppleerde zandstranden. Binnen de Zandmotor mega-zandsuppletie waren er sterke ruimtelijke verschillen, met een specifieke macro-evertebratengemeenschap, bestaande uit soorten die gewoonlijk op wadplaten worden gevonden, in de lagune ten opzichte van delen van de Zandmotor mega-zandsuppletie onderhevig aan sterke hydrodynamica. De Zandmotor mega-zandsuppletie resulteert plaatselijk in een habitat dat een andere macro-evertebratengemeenschap in de intergetijdje zone aantrekt. De delen van de Zandmotor mega-zandsuppletie onderhevig aan sterke hydrodynamica hadden een lagere soortenrijkdom, lagere abundantie en de macro-evertebratengemeenschap convergeerde niet in een gelijke samenstelling als aangetroffen op zandstranden onderhevig aan reguliere suppletie of niet gesuppleerde zandstranden. Een mega-zandsuppletie kan dus resulteren in een andere macro-evertebratengemeenschap in het intergetijdje gebied, wat mogelijk ook effecten heeft op hogere trofische niveau's binnen het zandstrandecosysteem.

Hoofdstuk 3 richtte zich op het effect van algenbeschikbaarheid op de non-additieve effecten van consumptie door een simpele macro-evertebratengemeenschap bestaande uit drie soorten uit de intergetijdzone. Een mesocosm studie werd uitgevoerd waarbij we de algenconsumptie door drie macro-evertebraten soorten (*Bathyporeia pilosa*, *Haustorius arenarius* en *Scolelepis squamata*) hebben gekwantificeerd door middel van het labelen van algen met stabiele isotopen. Macro-evertebraten werden gehouden in monocultuur of een simpele gemeenschap bij verschillende hoeveelheden algen. De vlokreeft *B. pilosa* was de meest succesvolle concurrent in termen van consumptie zowel bij hoge als lage algenbeschikbaarheid, terwijl de vlokreeft *H. arenarius* en de borstelworm *S. squamata* minder consumeerden in de gemeenschap dan in hun respectievelijke monoculturen. Non-additieve effecten van consumptie waren groter dan alleen de additieve effecten en bleven gelijk onder verschillende algenbeschikbaarheden. De soortinteracties onderliggend aan de non-additieve effecten van consumptie veranderden echter wel. Complementaire effecten gerelateerd aan niche-segregatie waren voornamelijk de sturende factor van de non-additieve effecten van consumptie, waarbij het effect van selectie effecten gerelateerd aan competitie toenam bij een lagere algenbeschikbaarheid. In macro-evertebratengemeenschappen bestaande uit functioneel verschillende, en dus complementaire, soorten, kunnen non-additieve effecten van consumptie ontstaan zelfs wanneer voedselbeschikbaarheid laag is.

De vraag die in Hoofdstuk 4 werd behandeld was of de macro-evertebratengemeenschap van het supragetijdgebied, in termen van abundantie, soortenrijkdom en diversiteit, een effect had op N en P mineralisatie van aangespoeld zeewier. Daarnaast is er gekeken naar het effect van seizoenen en vloedmerklijn (jong en oud) op dit mineralisatie proces. Hiervoor werd een veldexperiment uitgevoerd waarbij zakjes gemaakt van gaas werden gevuld met zeewier en twee weken op het strand werden geïncubeerd. Seizoenen hadden een sterk positief effect op zowel N als P mineralisatie en de macro-evertebratengemeenschap van het supragetijdgebied. Vloedmerklijn had geen effect op N en P mineralisatie of de macro-evertebratengemeenschap van het supragetijdgebied, behalve voor diversiteit welke hoger was in jonge dan in oude vloedmerklijnen. N en P mineralisatie werd voornamelijk beïnvloed door seizoenen en macro-evertebraten abundantie, terwijl P mineralisatie daarnaast ook werd beïnvloed, alhoewel in mindere mate, door macro-evertebraten soortenrijkdom en diversiteit. Seizoenen en de macro-evertebratengemeenschap hebben dus een sterk positief effect op de mineralisatie van aangespoeld zeewier en daarmee een op de nutriënten recycling van zandstranden. Daarmee dragen macro-evertebraten bij aan het verbinden van mariene en terrestrische ecosystemen.

In Hoofdstuk 5 werd het effect van het begraven van aangespoeld zeewier en de aanwezigheid van macro-evertebraten op nutriëntenbeschikbaarheid, als gevolg van decompositie, en plantengroei van pionierssoorten onderzocht. In een mesocosm experiment werd aangespoeld zeewier begraven of op het zandoppervlak geplaatst en de vlokreeft *Talitrus saltator* uit het supragetijdgebied was dan wel aan- of afwezig. Begraven van aangespoeld zeewier had een sterk positief effect op het drooggewicht en de hoeveelheid N en P van het eenjarige kruid *Cakile maritima*, maar nauwelijks op het meerjarige gras *Elytrigia juncea*. Voor *C. maritima* werd een hogere hoeveelheid N gevonden in planten in de afwezigheid van macro-evertebraten. De hoeveelheid P was hoger voor zowel de gehele plant als de

bovengrondse delen wanneer aangespoeld zeewier was begraven macro-evertebraten aanwezig waren. Verschillen in de hoeveelheid N en P als gevolg van de aanwezigheid van macro-evertebraten hadden echter geen effect op het drooggewicht van de planten. Samen suggereert dit dat macro-evertebraten een positief effect hebben op de decompositie van aangespoeld zeewier, maar dat vrijgekomen inorganische N wordt opgenomen door de microbiële gemeenschap of complexen vormt met fenolen, waardoor immobilisatie van N optreedt. Vrijgekomen P leek echter te worden opgenomen door *C. maritima*, die mogelijk P gelimiteerd was. De conclusie is dat het begraven van aangespoeld zeewier van groot belang is voor de groei van *C. maritima* en daarmee mogelijk de vorming van embryodunnen en verdere ecologische ontwikkeling van het zandstrand en het duinecosysteem stimuleert.

In dit proefschrift werd een duidelijk effect gevonden van voedselbeschikbaarheid op de interacties tussen macro-evertebraten soorten en hun consumptie van het intergetijde gebied, wat een indirect effect kan hebben op de gemeenschapssamenstelling. Voedselbeschikbaarheid had een direct effect op de macro-evertebratengemeenschap van de supragetijde zone, aangezien deze macro-evertebraten aangespoeld zeewier snel koloniseerden. Biologische interacties kunnen daarmee niet worden genegeerd wanneer men als doel heeft om de factoren die de samenstelling van macro-evertebratengemeenschappen op zandstranden beïnvloeden, te onderzoeken. Zowel seizoen als de samenstelling van de macro-evertebratengemeenschap van het supragetijde gebied, met name abundantie, hadden een sterk effect op de mineralisatie van aangespoeld zeewier op zandstranden. Het overstuiven van aangespoeld zeewier had een positief effect op de groei van planten op het strand. Dit benadrukt de verbinding tussen mariene en terrestrische ecosystemen, met een centrale rol voor de macro-evertebratengemeenschap in het ecosysteem functioneren van zandstranden.

Voor het eerst is het effect van een zandsuppletie van deze schaal op de macro-evertebratengemeenschap van het intergetijde gebied gekwantificeerd. Hoewel de Zandmotor mega-zandsuppletie in eerste instantie bevorderlijk lijkt voor de soortenrijkdom en diversiteit van macro-evertebraten, was de abundantie van macro-evertebraten lager. Het is daarom duidelijk dat een mega-suppletie zowel positieve als negatieve effecten op de macro-evertebratengemeenschap van het intergetijdegebied kan hebben. Alles bij elkaar genomen lijkt het effect van de Zandmotor mega-zandsuppletie te gaan richting een licht overwegend positief effect, maar het is belangrijk om op te merken dat dit van de specifieke beheersdoelen van de mega-zandsuppletie afhangt. Dit leidt tot de conclusie dat, in termen van de macro-evertebratengemeenschap van het intergetijde gebied, een mega-zandsuppletie een veelbelovend strategie voor kustverdediging lijkt te zijn vergeleken met reguliere zandsuppleties, in ieder geval gedurende de eerste paar jaar na voltooiing. Voor zowel de macro-evertebratengemeenschap van het supragetijde gebied als het ecosysteem functioneren van zandstranden is het van belang dat aangespoeld zeewier blijft liggen op zowel gesuppleerde als niet gesuppleerde zandstranden. In het algemeen benadrukt dit proefschrift de noodzaak om het effect van voedselbeschikbaarheid op de macro-evertebratengemeenschap van zowel het intergetijde als het supragetijde gebied, en het zandstrandecosysteem als geheel, mee te nemen, met name in het ontwerp en plannen van toekomstige strategieën voor kustverdediging.